



Dipl.-Ing. Claus Harder

# Compact Disc Digital Audio

Die über hundert Jahre alte Schallplatte, die eine Reihe technischer Entwicklungen erfahren hat, steht vor einer revolutionierenden technischen Wandlung. Auf der Funkausstellung 1981 wird in Deutschland die neue „Compact Disc Digital Audio“ öffentlich vorgestellt, die kurz CD genannt wird.

Zwei Äußerlichkeiten (Bild 1) lassen den Unterschied gegenüber den heutigen Langspielplatten deutlich werden: es ist einmal ihre Handlichkeit mit lediglich 12 cm Durchmesser bei einer Spieldauer von einer Stunde pro Seite, und es ist weiter ihre in Regenbogenfarben schillernde Oberfläche, die von Lichtreflexen an Millionen von mikroskopisch feinen Informationselementen – „Pits“ (Löcher von der Größenordnung 1  $\mu\text{m}$ ) – stammen.

Neuartig an CD ist auch das berührungslose Auslesen der gespeicherten Musikinformationen durch einen mikroskopisch feinen Lichtstrahl, der von einem Halbleiter-Laser ausgeht. Zwischen der Leseeinrichtung und der Compact Disc besteht kein mechanischer Kontakt, so daß jeglicher Abtastverschleiß bei Wiedergabe ausgeschlossen ist. Da die eingepprägten Musikinformationen innerhalb der Platte unter einer transparenten Schutzschicht liegen, also nicht an deren Oberfläche, wird die Wiedergabe auch nicht durch Staub, Fingerabdrücke oder sogar Kratzer beeinträchtigt.

## Übergang zur Digital-Technik

Auf den heutigen Langspielplatten ist die Musik in Analogtechnik aufgezeichnet: die Rillenauslenkungen sind ein nahezu getreues Abbild der Klangänderungen und Intensitätsschwankungen der Musik, die bei der Aufzeichnung von Mikrofonen aufgenommen, dann von Tonmeistern „gepegelt“ und schließlich dem Schneidstichel zum Ritzen der Lackfolie zugeführt werden. Bei diesem Vorgang führen einige Unzulänglichkeiten dazu,

daß die Musik eben nur nahezu originalgetreu auf die Platte übertragen wird: durch den elektromechanischen Vorgang des Schneidens treten Verzerrungen auf, durch den vorgeschriebenen Rillenabstand werden Dynamikeinengungen vorgegeben und durch die mechanische Abtastung werden bei Wiedergabe zusätzlich Geräusche erzeugt, die den Musikgenuß trüben können.

In der Aufnahme-Studiotechnik sind in der Vergangenheit erhebliche technische Verbesserungen eingeführt worden, die zum Ziel hatten, die Schneidqualität zu erhöhen. Einer dieser Schritte ist der Übergang zur digitalen Aufzeichnungstechnik, der zu einer deutlichen Verbesserung des am Schneidstichel zur Verfügung stehenden Ausgangssignals führte. Hier sei z. B. nur angeführt, daß in Musikpausen wirklich Ruhe herrscht.

Der grundlegend neue Schritt bei der Compact Disc liegt darin, die Digital-

technik nun auch auf das vervielfältigte Speichermedium auszudehnen und eine Rückwandlung in Analogsignale erst am Ende dieses kritischen Gliedes innerhalb der HiFi-Wiedergabekette vorzunehmen.

Beim Aufnahmevorgang für die Compact Disc wird die Augenblicksamplitude der Musik mit einer Taktfrequenz von 44,1 kHz abgetastet und dann mit 16 Bit linear quantisiert. Jedes Bit liefert dabei etwa 6 dB Signal/Rausch-Abstand, so daß ein Dynamikumfang von mehr als 90 dB zur Verfügung steht.

## Die neue Schallplatte

Die Speicherung der Musik-Information auf der CD erfolgt in digitaler Form. Die bei der Analog/Digital-Umwandlung gewonnene Ja/Nein-Impulsfolge wird in Form einer spiralförmig von innen nach außen laufender Spur von mikroskopisch kleinen Vertiefungen in die Platte gepreßt. Im Fertigungsprozess wird nach der Pressung auf diese Informationsfläche im Vakuum ein metallischer Niederschlag aufgedampft. Die Metallschicht wird auf der Oberseite mit einem Schutzlack gegen mechanische Beschädigung versehen. Der Laserstrahl liest die Informationsspur von unten durch das etwa 1 mm starke transparente Material der Platte hindurch (Bild 2). An Stellen, an denen keine Vertiefung eingepragt ist, wird der Laserstrahl voll reflektiert, an den mikroskopisch kleinen Vertiefungen wird er gestreut, so daß die Reflexion nahezu verschwindet. Das Wiedergabesignal besteht also aus einer Folge von unterbrochenen Reflexionen. Die logische „1“ wird dabei von

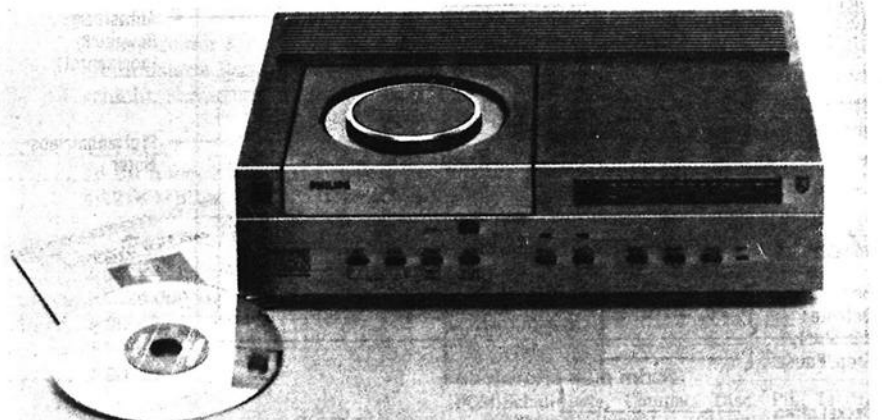


Bild 1. Eines hat die Compact Disc dem Abspielgerät voraus: ihre Abmessungen und ihr Aussehen stehen fest; die Abspielgeräte hingegen werden noch oft ihre Bauform ändern



## Audio

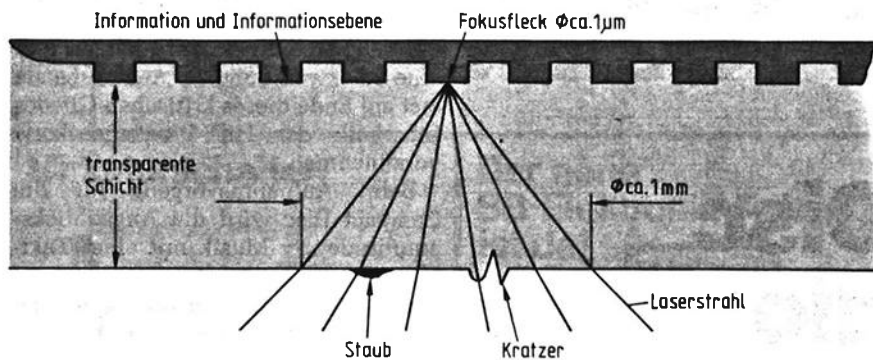


Bild 2. Der Laserstrahl tastet von unten die Information ab. Sein Fokussierfleck hat auf der Informationsebene einen Durchmesser von 1 µm

der reflektierenden Fläche dargestellt und die logische „0“ von der Vertiefung.

Ein Lese-Objektiv fokussiert den Laserstrahl exakt auf die Informationsebene. Die Schärfentiefe beträgt etwa 2 µm. An der Oberfläche der transparenten Platte ist der Durchmesser des Laserstrahls bereits ca. 1 mm (Bild 2), daraus ist zu erkennen, daß Staubpartikel, Fingerabdrücke und Kratzer auf der Oberfläche vom Laserstrahl überhaupt nicht „gesehen“ werden. Qualitätsmindernde Einflüsse, wie sie von der herkömmlichen Schallplatte bekannt sind, existieren bei Compact Disc nicht.

Neben der eigentlichen Musikinformation erlaubt die hohe Speicherdichte des Trägers zusätzlich die Speicherung von ergänzenden Informationen, z. B. über Titel, Komponisten, Interpreten und Spieldauer. Ebenso sind für den Betrieb des Plattenspielers wichtige Synchronisier-Informationen einge-

prägt, die dazu führen, daß die Platte nahezu frei von Gleichlaufschwankungen abgetastet wird – sie sind nur noch abhängig von der Stabilität des Referenzquarzes im Plattenspieler.

Weiter ist Raum für Redundanz-Impulse, mit der die Platte gegen Signalausfälle – z. B. an Störstellen in der Oberfläche – elektronisch geschützt wird. Knack- und Störgeräusche werden auf diese Weise wirkungsvoll unterbunden.

### Kompakt wie ein Mini-Baustein

Aufgrund des geringen Plattendurchmessers von nur 12 cm und des hohen Integrationsgrades der verwendeten LSI-Schaltungen kann auch der Plattenspieler in seinen Abmessungen wesentlich kleiner gehalten werden, als das bei heutigen Plattenspielern möglich ist. Von den äußeren Maßen her (30 cm × 10 cm × 20 cm) ist der

bisher vorgestellte experimentelle Spieler vergleichbar mit den bekannten HiFi-Mini-Bausteinen. In einer endgültigen, für die Serienfabrikation vorgesehenen Ausführungen, können sich die Abmessungen jedoch noch ändern.

Der CD-Plattenspieler enthält die folgenden wichtigen Baugruppen: den Motorantrieb für die Rotation der CD-Platte, den Antrieb für die Bewegung des Laserabtasters über den Durchmesser der Platte, Steuer- und Regeleinrichtungen für die Einhaltung der vorgeschriebenen Drehzahlen und für die Fokussierung und Spurhaltung des Laserabtasters. Außen sind Bedienelemente und Anzeigeelemente zur Steuerung der einzelnen Funktionen angebracht.

Die Drehzahl der Platte nimmt von innen nach außen hin kontinuierlich ab, sie beträgt ca. 500 bis 200 U/min. Diese variable Drehzahl hängt damit zusammen, daß ein konstanter Datenfluß in der Größenordnung von 4,3218 MBit/s von der Platte gelesen wird. Gleichzeitig mit den Musikinformationen ausgelesene Synchronimpulse führen in einer quartzesteuerten Vergleichsstufe zu Steuerimpulsen, die den Motorantrieb für die Platte regeln. Hieraus wird deutlich, daß bei entsprechender Anpassung des gesamten Regelkreises die erzielbare Drehzahlkonstanz lediglich von den Informationen aus der Platte herrührt, also nicht mehr von geräteeigenen Einflüssen abhängt (Bild 3).

Der Laserabtaster besteht im wesentlichen aus dem Feststofflaser und einem in einer Halterung mit ihm verbundenen Leseobjektiv (Bild 4). Dieser Abtaster wird mit einem entsprechenden Antrieb entlang des Radius der Compact Disc geführt. Regelkreise halten dabei das Leseobjektiv unter allen Umständen richtig fokussiert in bezug auf die Informationsebene innerhalb der Platte. Andere Regeleinrichtungen lassen den Führungsschlitten exakt der Spiralspur folgen. Durch die Anordnung mehrerer Lichtsensoren im reflektierten Lichtstrahl werden Steuersignale abgeleitet, so daß der Laserstrahl jeweils exakt entlang der Mittellinie einer Spur geführt wird. Der Spurmittenabstand beträgt 1,6 µm, also nur 0,6 µm mehr als der Fokusfleck des Lasers.

Der bisher vorgestellte experimentelle Compact-Disc-Plattenspieler wird drucktastengesteuert in den folgenden Funktionen: Start bzw. Weitergehen zum nächsten Musikstück, Stop, Pause

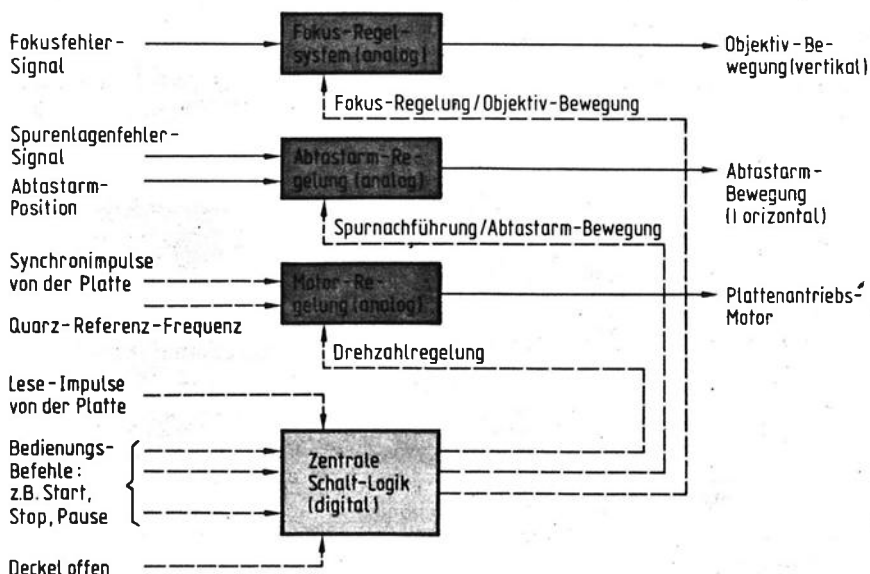
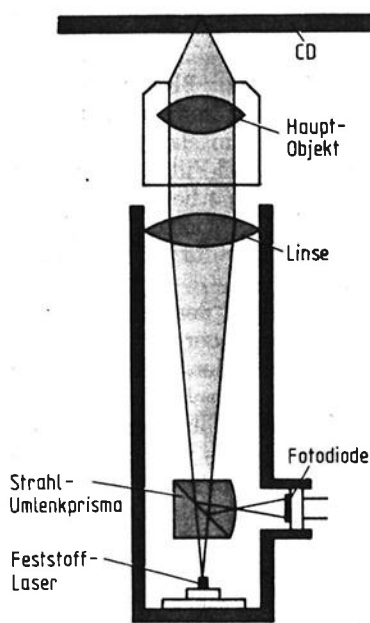


Bild 3. Blockschaltbild der Regelsysteme im CD-Plattenspieler für einwandfreie Bild- und Tonwiedergabe



Länge des Abtastsystems ca. 45mm  
 Ø des Abtastsystems ca. 12mm, Masse 14g

Bild 4. Vereinfachte Darstellung des Laserabtasters. Der Fokussfleck des Lasers ist nur 0,6 µm kleiner als der Spurmittenabstand

und Wiederholung, Suchlauf in Vorwärts- und Rückwärts-Richtung und Auswahl bestimmter Stücke in beliebiger Reihenfolge. Zukünftig sind auch Inhaltsangaben, sowie Textergänzungen zum jeweils gespielten Musikstück denkbar.

## Philips und seine Systempartner

Nach Markteintritt der Compact Disc wird sich ein sehr allmählicher Übergang von der heutigen Schallplatten-technik zur neuen Compact Disc vollziehen. Es wird angenommen, daß sich dieser Vorgang etwa über 10 bis 15 Jahre erstrecken wird. Voraussetzung für die erfolgreiche Markteinführung der Compact Disc ist, daß durch weltweite Standardisierung das Abspielen dieser neuen Platte überall möglich sein wird.

Bereits 1978 hat sich unter Teilnahme von zahlreichen Firmen eine Standardisierungskonferenz in Japan konstituiert, in der alle bisher bekannten Vorschläge für eine PCM-Schallplatte eingebracht wurden. In verschiedenen Arbeitsgruppen wurden in den darauffolgenden Jahren die eingereichten Vorschläge geprüft und gegeneinander abgewogen. Diese Arbeiten waren dann im April 1981 abgeschlossen und es wurden Stellungnahmen zu drei Systemen abgegeben. Eines dieser Drei ist das System Compact Disc, das zweite ist das von JVC vorgestellte AHD-System und das dritte ist die von Telefunken vorgestellte Mini-Disc.

In der Zwischenzeit haben sich eine Reihe von namhaften Firmen in Europa für das System Compact Disc ausgesprochen: es sind die Firmen Bang &

Olufsen, Dual, Grundig, Studer/Revox und Thomson Brandt. In Japan sind es außer Sony, die an der Weiterentwicklung von Compact Disc auf dem Gebiet der Codierung und des Fehlerkorrektursystems beteiligt war, die Firmen Akai, Crown, Cybernet, General, Hitachi, Marantz, MEI, Mitsubishi, Nakamichi, Nippon Columbia, Onkyo, Pioneer, Sanyo, Sharp, Toshiba und Trio Kenwood. Die vorgenannten Firmen betätigen sich alle im Bereich der Hardware. Die technischen Daten der CD sind in der Tabelle angeführt.

Wichtig ist, daß sich auch eine Reihe von Software-Firmen für Compact Disc ausgesprochen haben. Es sind dies die Firmen der europäischen Polygram-Gruppe und Sonopress, eine Firma der Bertelsmann Gruppe. In Japan sind es Crown Records, Nippon Columbia, MEI, Pioneer, CBS/Sony und Toshiba/EMI.

## Am Ausgang wieder analog

Die Rückwandlung des Digital-Signals von der Platte erfolgt im Compact-Disc-Plattenspieler. An seinem Ausgang steht also wieder ein Analogsignal zur Verfügung. Dieses Signal kann in der bisher gewohnten Weise der HiFi-Stereo-Anlage zugeleitet werden. Es wird im Verstärker in der heute üblichen Weise verstärkt und dann über Lautsprecher oder Kopfhörer wiedergegeben. Besondere Vorkehrungen, die mit dem neuen Plattenspieler in Verbindung stehen, sind in der Installation nicht zu berücksichtigen.

## Markteinführung: 1982/83

Nach der öffentlichen Vorstellung auf der Funkausstellung 1981 ist zu erwarten, daß die Compact Disc Ende 1982 im Markt eingeführt wird. Dazu ist selbstverständlich ein entsprechendes Repertoire an neuen Schallplatten notwendig. Namhafte Plattenhersteller haben bereits angekündigt, daß sie bis zu diesem Zeitpunkt einen entsprechenden Startkatalog vorbereitet haben werden, so daß ein Titeltkatalog von zunächst mindestens 100 bis 200 Titeln zur Verfügung steht.

## Tabelle: Technische Daten zum CD-System:

### Platte

Durchmesser	120 mm
Dicke der Platte (nur einseitig bespielt)	1,2 mm
Ø Mittelloch	15 mm
Ø am Programmstart (innen)	50 mm
max. Ø am Programmende (außen)	116 mm
Drehsinn, vom Laser aus gesehen	entgegen dem Uhrzeiger
Auslese-Geschwindigkeit	ca. 1,2...1,4 m/s
Drehzahl	ca. 500...200 U/min.
max. Spielzeit	60 min Stereo*)
Spurmittenabstand	1,6 µm
Material	Transparenter Kunststoff, aluminisierte Reflexionsschicht, Schutzlack

### Signaldaten

Abtastfrequenz	44,1 kHz
Quantisierung	16 Bit linear/Kanal
Datenfluß von der Platte	4,3218 MB/s

### Wiedergabedaten

Anzahl der Tonkanäle	2 oder 4*)
Frequenzumfang	20...20 000 Hz
Signal/Rausch-Abstand	> 90 dB
Dynamikumfang	> 90 dB
Kanaltrennung	> 90 dB
Klirrfaktor	max. 0,05 %
Gleichlaufschwankungen	0,0...% (abhängig von der Präzision der Quarzreferenz)

\*) bei vier Kanälen reduziert sich die Spieldauer entsprechend.

### Stichworte zum Inhalt

PCM-Schallplatte, Compact Disc, Pit, Taktfrequenz, Quantisierung, Lese-Objektiv, Redundanz-Impulse, Feststofflaser, AHD-System, Mini Disc.